

# Fen ve Teknoloji Öğretmen Adaylarının Hücre Konusundaki Pedagojik Alan Bilgileri

*Muhammet UŞAK\**

## **Öz**

Bu araştırmanın amacı, fen ve teknoloji öğretmen adaylarının hücre konusunda sahip oldukları pedagojik alan bilgilerini tespit etmektir. Çalışmada veri toplama aracı olarak ders planları, laboratuvar planları, mülakatlar ve kavram haritaları kullanılmıştır. Araştırma, 2006-2007 öğretim yılı Bahar döneminde altı öğretmen adayıyla yapılmıştır. Öğretmen adaylarının hücre konusundaki pedagojik alan bilgilerine yönelik müfredat bilgileri, ölçme-değerlendirme bilgisi, alan bilgisi inançları ve öğretim bilgisi bileşinlerinden oluşmaktadır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının konuya özel öğretim yöntemleri konusunda eksikleri bulunduğu, öğretim yaklaşımları açısından daha öğretmen merkezli oldukları ve konu alan bilgisiyyle ilgili yüksek öz güvene sahip oldukları belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen bulgular, ulusal ve uluslararası alanyazın ışığında tartışılmış ve önerilerde bulunulmuştur.

## **Anahtar Kelimeler**

Pedagojik Alan Bilgisi, Hücre, Fen ve Teknoloji Öğretmen Adayları.

\* Dumlupınar Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü Öğretim Üyesi.

**Yrd. Doç. Dr. Muhammet UŞAK**

Dumlupınar Üniversitesi, Eğitim Fakültesi,  
İlköğretim Bölümü,  
43100 Kütahya.

Elektronik Posta: musaktr@gmail.com & musaktr@dumlupinar.edu.tr

**Yayın ve Diğer Çalışmalarından Seçmeler**

- Erdogan, M., & **Uşak, M.** (2009). Curricular and extra-curricular activities for developing environmental awareness of young students: A case from Turkey. *Odgojne Znanosti-Educational Sciences*, 11(1), 73-85.
- Prokop, P., Ozel, M., & **Uşak, M.** (2009). Cross-cultural comparison of student attitudes toward snakes. *Society & Animals*, 17(3), 225-241.
- Erdogan, M., Ozel, M., **Uşak, M.**, & Prokop, P. (2009). Development and validation of an instrument to measure university students' biotechnology attitude. *Journal of Science Education & Technology*, 18(3), 255-264.
- Kose, S., **Uşak, M.**, & Bahar, M. (2009). A cross-age study of students understanding and their misconception about plant nutrition. *Didactica Slovenica-Pedagoska Obzorja*, 24(1), 109-122.
- Erdogan, M., **Uşak, M.**, & Ozel, M. (2009). Prospective biology and chemistry teachers' satisfaction with laboratory and laboratory facilities: The effect of gender and university. *Journal of Turkish Science Education*, 6(1), 60-71.
- Hudson, P., **Uşak, M.**, & Savran-Gencer, A. (2009). Employing the five-factor mentoring instrument: Analyzing mentoring practices for teaching primary science. *European Journal of Teacher Education*, 32(1), 63-74.
- Uşak, M.**, Erdogan, M., Prokop, P., & Ozel, M. (2009). High school and university students' knowledge and attitudes regarding biotechnology: A Turkish experience. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 37(2), 123-130.
- Erdoğan, M. **Uşak, M.**, & Aydın, H. (2008). Satisfaction level of prospective chemistry teacher on social facilities offered by their department and faculty. *Journal of Baltic Science Education*, 7(1), 17-26.
- Erdoğan, M., & **Uşak, M.** (2007). An investigation on examining prospective science teachers' satisfaction with their department. *Science Education International*, 18(4), 277-288.

# Fen ve Teknoloji Öğretmen Adaylarının Hücre Konusundaki Pedagojik Alan Bilgileri

*Mubammet UŞAK*

Son yirmi beş yılda, öğretmenlerin öğretim bilgileriyle ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Araştırmacılar tarafından öğretmenlerin öğretim bilgileri; öğretim sanatı bilgisi (Day ve Pennington, 1993), öğretmenin iş yapma bilgisi (Grossman, 1990), pedagoji bilgisi (Hudson, Usak ve Savran-Gencer, 2009; Shulman, 1986) ve pedagojik alan bilgisi (Abdel-Khalick, 2006; Bindernagel ve Eilks, 2009; De Jong, Van Driel ve Verloop, 2005; Grossman, 1990; Shulman, 1986) olarak betimlenmiştir.

## **Pedagojik Alan Bilgisi**

Shulman (1986, s. 9), pedagojik alan bilgisini “konu alanı bilgisinin ötesinde hatta konu alanı bilgisinin öğretimi boyutlarına giden bir yol” olarak tanımlamış ve şu şekilde açıklamıştır:

*“... pedagojik alan bilgisi, konu içerik bilgisinin daba çok öğretilirlik ile ilgili yönlerini içeren, konu alan bilgisinin özel bir formudur. Pedagojik alan bilgisinin alt boyutları, bir konu alanındaki fikirlerin en faydalı gösterim formlarını, en güçlü analogilerini, resimlerini, örneklerini, açıklamalarını ve gösteri deneylerini içermektedir. Başka bir deyişle, başkaları için daba anlaşılır olması amacıyla konu içeriğini gösterme ve formüle etme yollarıdır... Pedagojik alan bilgisi, ayrıca, neyin belirli konuların öğrenimini kolay ya da zor hale getirdiğini anlamayı, (yani) farklı yaş ve farklı alt yapılara sahip öğrencilerin öğretilen konu ve derslerde öğrenme ortamına gelirken getirmiş oldukları görüşleri ve öngörüşlerini içermektedir.”*

Bu açıklamadan da anlaşılacağı gibi, Shulman'ın pedagojik alan bilgisi (PAB) ile ilgili görüşlerindeki anahtar ögeler; konu alanının sunum bilgileri, öğrencilerin belirli öğrenme zorlukları ve öğrenci görüşleri ile ilgili bilgilerdir. Bunun yanında bazı eğitim araştırmacıları farklı yorumlardan yola çıkarak, PAB'ın bileşenlerini farklı şekillerde tanımlamış ve tanımlamaya devam etmektedir.

Grossman (1990)'a göre PAB dört temel öğeden oluşmaktadır. Bunlar; öğretmenlerin belirli sınıf düzeyindeki öğrencilere konuların öğretimi hakkındaki bilgi ve inançları, öğrencilerin ön görüşleri hakkında bilgileri, farklı konular arasındaki ve konu içerisindeki ilişkileri de içerecek seviyede müfredat bilgileri ve öğretim stratejileri hakkında bilgileridir.

Marks (1990) ise Shulman'ın PAB hakkındaki görüşüne, yeni bir bileşen -öğretim için teknoloji bilgisi- eklemiştir. Marks (1990), PAB'ın öğretimsel amaçlar için konu alan bilgisi, öğrencilerin konu alanı bilgileri, konu alanında öğretimsel medya (örneğin metin ve materyaller) ve konu alanı için öğretim süreçleri olmak üzere dört ana bileşenden oluştuğunu belirtmiştir. Magnusson, Krajcik ve Borko (1999) fen öğretimi için pedagojik alan bilgisinin bileşenlerini "fen öğretimine yönelik yönelimler, fen müfredatı bilgisi, öğrenciler ile ilgili bilgi, öğretim stratejileri ve değerlendirme" başlıkları altında toplamıştır. Cohran, Deruiter ve King (1993) çalışmalarında PCK'yi, pedagojik alanı bilme şeklinde tanımlamışlar.

Ülkemizde ise öğretmenin sahip olması gereken bilgiler uzun yıllardır "alan bilgisi", "öğretmenlik meslek bilgisi" ve "genel kültür bilgisi" olarak üç grupta ele alınmıştır. Ancak son yıllarda bunlara, en az bu üç bilgi kadar önemli, "alan öğretimi bilgisi (PAB)" eklenerek, öğretmen yetiştirme programlarında bu bilginin kazandırılması yönünde derslere yer vermeye başlanmıştır (Nakipoglu ve Karakoc, 2005).

Mishra ve Koehler (2006)'ın önerdiği teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) modelinde *teknoloji* (bilgisayar, internet, video, tahta, kitap gibi araçlar), *pedagoji* (öğrenme ve öğretme yöntemleri, stratejileri, süreçleri) ve *alan* (öğrenilecek olan konu alanı bilgisi) olmak üzere üç temel alandaki bilgiler yer almaktadır. Bu üç parçanın keşişiminde ki TPAB; pedagojik alan bilgisi (PAB), teknoloji alan bilgisi (TAB), teknolojik pedagoji bilgisi (TPB) ve teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) şeklinde oluşmuştur (Arnold, Padilla ve Tunhikorn, 2009).

Son dönemlerde, fen öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgilerinin belirlenmesi ve bu bilginin geliştirilmesi ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır (Geddis, Onslow, Beynon, & Oesch, 1993; De Jong et al., 2005; Henze, Van Driel ve Verloop, 2008; Käpylä, Heikkinen ve Asuntaa, 2009; Friedrichsen, 2008; Ozden, 2008; Usak, 2005; Van Driel, De Jong ve Verloop, 2002; Van Driel, Verloop ve De Vos, 1998). Bu araştırmalarda, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının çoğunun pedagojik kavram bilgilerinin yeterli olmadığı, eksik/yanlış anlamalara sahip oldukları, etkili fen eğitimi için pedagojik alan bilgisine yeterli düzeyde sahip olmadıkları sonucuna varılmıştır.

Öğretmenler, alan bilgilerinin yeterli olmadığı konuları anlatırken, çok sayıda yanlış kavram kullanmaktadırlar. Bu yetersizlikleri özellikle öğrencilere düşük seviyede sorular sormalarına neden olmaktadır (Hashweh, 1987). Tecrübeli öğretmenler, kendi alanları dışında bir konudan bahsederken bile, konu hakkındaki PAB düzeyleri sınırlı olmasına rağmen, genel pedagojik bilgileri sayesinde gayet rahat ve güçlü bir tutum sergilemektedirler. Ayrıca tecrübeli öğretmenler bilmedikleri bir konuyu genel pedagoji bilgilerine güvenerek hızlı bir şekilde öğretmektedirler. Sonuç olarak, pedagojik bilgi öğretmenlerin kendi alanları dışındaki konuları öğretmeleri gerektiğinde alan bilgisi ve pedagojik alan bilgisiyle birlikte düzgün bir çatı oluşturmaktadır (Sanders, Borko ve Lockard, 1993).

Smith ve Neale (1989), yaz programına katılan fen bilgisi öğretmenlerinin pedagojik alan bilgilerini değerlendirmişlerdir. Yaz okulu sonunda, öğretmenlerin öğrencilerin bir konuyu yanlış anlamalarını anlayışla karşıladıkları gözlemlenmiştir. Araştırma sonunda gözlenen başarı PAB'in gelişimiyle ilişkilidir. Uşak (2005)'in, fen bilgisi öğretmen adaylarının çiçekli bitkiler konusundaki pedagojik alan bilgilerini değerlendirdiği çalışmasında, öğretmen adaylarının konu alan bilgileri ile pedagojik alan bilgileri arasında bir ilişki olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca son dönemlerde, fen alan bilgisi ile pedagojik alan bilgisi arasındaki ilişki üzerine araştırmalar yapılmaktadır. Fen eğitimi için PAB'in temel kaynağı olduğu; ancak yeterli fen konu alan bilgisinin ise PAB'in birinci ve önemli ön şartı olduğu vurgulanmaktadır. Kısacası, fen konu alan bilgisi ile öğretmenlerin PAB arasında önemli bir bağ bulunmaktadır (Käpylä et al., 2009; Van Driel et al., 1998)

Özden (2008)'in araştırmasında ise öğretmen adaylarının, maddenin fiziksel halleriyle ilgili temel bilgilere sahip oldukları; bunun yanında az

sayıda kavram yanlışlarının ve kavramsal düzeyde eksikliklerinin de olduğu ortaya konulmuştur. Çalışmada öğretmen adaylarının geçmiş deneyimlerinin etkisiyle kavramlar arasındaki ilişkiyi anlama güçlüğü çektiği, bununla birlikte çoğunun tutarlı konu alan bilgisine sahip oldukları belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçları aynı zamanda, öğretmen adaylarının konu alan bilgisinin pedagojik alan bilgileri (PAB) ve “Maddenin Fiziksel Hâlleri” konusunun öğretimi üzerinde olumlu bir etkisinin olduğunu göstermiştir.

### **Çalışmanın Amacı ve Önemi**

Bu araştırmanın temel amacı, fen öğretmeni adaylarının hücre konusundaki pedagojik alan bilgilerinin değerlendirilmesidir. Bu amaçla öğretmen adaylarının hücre hakkındaki pedagojik alan bilgileri, ders planı hazırlama yöntemi, kavram haritası, laboratuvar uygulama planları ve mülakatlar kullanılarak araştırılmıştır. Öğretmenlerin pedagojik alan bilgileri literatürde geçen biçimde dört alt boyutta incelenmiştir. Bu bağlamda; “Fen bilgisi öğretmen adaylarının ‘Öğretim Programı’ ile ilgili bilgilerinin durumu nedir?”, “Fen bilgisi öğretmen adaylarının ‘konu alan bilgisi’ ile ilgili inançları nasıldır?”, “Fen bilgisi öğretmen adaylarının ‘öğretim’ ile ilgili bilgilerin durumu nedir?” ve “Fen bilgisi öğretmen adaylarının öğrenci ve öğrencinin anlayışları hakkındaki bilgilerin durumu nedir?” araştırma sorularına cevaplar aranmıştır.

## **Yöntem**

### **Katılımcılar**

Bu çalışma 2006-2007 eğitim-öğretim yılı, Bahar döneminde, Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Fakültesinde dördüncü sınıfta öğrenim gören altı fen ve teknoloji öğretmen adayıyla (dört kız ve iki erkek) yapılmıştır. Amaçlı (seçkili) olarak belirlenen öğretmen adaylarının yaş ortalaması yirmi üçtür. Katılımcılar, öğretmenlik uygulaması yapan ve notları incelendiğinde tamamı aynı yıl içinde okulu bitirebilecek, başarılı durumdaki öğretmen adaylarıdır. Seçim yapılırken öğrencilerin not ortalamaları değil, gönüllü olmaları dikkate alınmıştır.

## Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada veri toplama aracı olarak öğretmen adayları tarafından hazırlanan ders planı, laboratuvar uygulamaları planı, kavram haritaları ve mülakat kullanılmıştır.

**Ders planları:** Van der Valk ve Broekman (1999), Henze ve arkadaşları (2008), Uşak (2005), Özden (2008) ile Käpylä ve arkadaşları (2009), çalışmalarında öğretmen ya da öğretmen adaylarının bir konu ya da bir derse özgü PAB'ını araştırmak için ders planı hazırlamayı veri toplama aracı olarak kullanmışlardır. Bu çalışmada öğretmen adaylarına, altıncı sınıf öğrencileri için 40 dakika süre için hücre ünitesiyle ilgili ders planı yazma görevi verilmiştir. Öğretmen adaylarına bunun için bir sınıfta bir saatlik süre verilmiştir. Diğer çalışmalarda da olduğu gibi, öğretmen adaylarının ders planı hazırlama süresince diğer adaylarla iletişim kurmalarına ve konuyla ilgili ders kitaplarını kullanmalarına izin verilmiştir (Käpylä et al., 2009; Ozden, 2008; Van der Valk ve Broekman, 1999). Ders planları hücre konusu öğretimi için gerekli olan materyallerin yer aldığı sınıflarda hazırlanmıştır. Bu materyaller, uygulanmakta olan fen ve teknoloji müfredatı ile ve ilgili üniteye uygundur.

**Laboratuvar Uygulama Planları:** Ders planlarının hazırlanmasından sonra öğretmen adaylarından ders planlarında yapmak istediklerini belirttikleri deneylerin planlarını oluşturmaları istenmiştir. Araştırmacı tarafından öğretmen adaylarına “Fen ve teknoloji öğretmeni olarak altıncı sınıfta hücre konusunun öğretilmesi sırasında gerekli olduğunu düşündüğünüz deney/etkinleri içeren laboratuvar uygulama planları hazırlayınız.” denilmiştir. Öğretmen adayları araştırmacının görevlendirme doğrultusunda laboratuvar uygulama planlarını hazırlamışlardır.

**Kavram Haritaları:** Pedagojik alan bilgisi araştırmalarının temel veri toplama araçlarından birisi olan kavram haritaları birçok araştırmada hem öğretim hem de değerlendirme aracı olarak kullanılmıştır (Gess-Newsome ve Lederman, 1999; Uşak, 2005). Bu araştırmada kavram haritalarının kullanılma amacı, öğretmen adaylarının müfredatla ilgili bilgilerini kavram haritaları vasıtasıyla değerlendirmektir.

Araştırmacı tarafından öğretmen adaylarına “Fen ve teknoloji öğretmeni olarak altıncı sınıfta hücre konusunun öğretilmesi sırasında gerekli olduğunu düşündüğünüz kavramlardan oluşan bir kavram haritası çiziniz.” denilmiştir (Öğretmen adayı kavram haritası bk. Ek 2). Boud, Dunn ve Hegarty-Hazel (1986, s. 26-29) tarafından, kavram haritala-

rındaki kavramlarla, öğretim programlarındaki kavramların ve amaçlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Bu araştırmada da öğretmen adaylarının hazırladıkları kavram haritaları ile fen ve teknoloji öğretim programındaki kavramlar karşılaştırılarak ifadelerin müfredatla uyumlu olup olmadığı ve kavram haritalarında kazanımlara yer verilip verilmediği incelenmiştir.

**Yarı yapılandırılmış mülakatlar:** Pedagojik alan bilgisiyle ilgili olarak son yirmi yılda yapılan birçok çalışmada, mülakatlar veri toplama aracı olarak kullanılmıştır (De Jong et al., 2005; Hasweh, 1987; Lee ve Luft, 2008; Ozden, 2008; Usak, 2005; Van Driel et al., 1998).

Öğretmen adaylarının ders ve laboratuvar planları, kavram haritaları yazdırılmasından sonra iki hafta süresince öğretmen adayları ile ders ve laboratuvar planları, kavram haritaları hakkındaki düşüncelerini araştırmak amacıyla mülakatlar yapılmıştır. Mülakatların süresi, öğretmen adaylarının sorulara verdiklere cevaplara da bağlı olarak 30 ile 45 dakika arasında değişmiştir.

Mülakatların ikinci bölümde ise öğretmen adaylarının öğretim yöntemleri, alan bilgileri ilgili inançları ve öğrencilerin anlayışlarıyla ilgili PAB'in yukarıda belirtilen üç bileşenini araştıran görüşme soruları kullanılmıştır. Bu sorular pedagojik alan bilgisiyle ilgili literatür (Bindernagel ve Eilks, 2008; De Jong et al., 2005; Ozden, 2008; Usak, 2005; Van Driel et al., 1998) taranarak görüşme formu geliştirilmiştir. Mülakatların ikinci bölümünün süresi ortalama olarak 30 ile 40 dakika arasında sürmüştür (bk. Ek 1).

## Verilerin Analizi

Toplanan veriler aşağıdaki basamaklar hâlinde analiz edilmiştir:

1. Öğretmen adaylarının hazırlamış oldukları ders planları araştırmacı ve iki alan uzmanı tarafından tekrar tekrar okunmuştur. Alan uzmanlarından birisi biyoloji eğitimi, diğeri ise hücre biyolojisi üzerine çalışmalar yapmaktadır. Alan eğitimcisi ile konunun öğretimi üzerine, sitolog ile ise hücre ile ilgili kavramların hücre biyolojisi açısından doğru ifade edilip edilmediği ile ilgili olarak çalışılmıştır.
2. Araştırmacı ve alan uzmanları ile birlikte, çalışmanın alt boyutları için kullanılacak paragraf/ pasajlar/cümleler belirlenmeye çalışılmıştır.



3. Bulgular kısmında kullanılacak metinler, araştırmacı ve alan uzmanları arasındaki tartışmalar sonucunda fikir birliğine varılarak belirlenmiştir.
4. Yapılan mülakatların hepsi yazıya dökülmüş ve genel bir bakış elde etmek için detaylı şekilde defalarca okunmuştur.
5. Yazıya dökülen veriler pedagojik alan bilgisinin alt bileşenlerine göre kategorilere ayrılmıştır
6. Hazırlanan laboratuvar planları, laboratuvar yaklaşımları açısından değerlendirilmiştir.
7. Ayrıca hazırlanan laboratuvar planlarının Fen ve Teknoloji Programı'ndaki hangi kazanıma yönelik olduğu değerlendirilmiştir.
8. Öğretmen adaylarının laboratuvar uygulamaları, ölçme-değerlendirme aracı kullanıp kullanılmadığı ve öğrenci anlayışları açısından değerlendirilmiştir.
9. Öğretmen adaylarının çizdikleri kavram haritaları anlaşılabilirliği açısından gözden geçirilmiştir.
10. Kavram haritalarında yer alan kavramlar, Öğretim Programı'ndaki kazanımlarla eşleştirilmiştir.
11. Öğretmen adayının çizdiği kavram haritasında, kavram ilgili kazanımda yer alıyorsa "1" puan; eğer kazanımı yerine getirmemişse "0" puan verilmiştir.
12. Bütün veri toplama araçlarından elde edilen bulgular, PAB alt boyutlarına uygun olacak şekilde sonuçlar kısmında yer verilmiş böylelikle öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgileri yorumlanmıştır.

### **Bulgular**

#### **Fen ve Teknoloji Öğretmen Adaylarının "Öğretim Programı" ile İlgili Bilgileri**

Bu bölümde ilk olarak öğretmen adaylarının hücre konusunun işlenişi ile ilgili olarak müfredatta verilen zamana uygun olarak planlayıp planlamadıkları irdelenmiştir. İkinci olarak da öğretmen adaylarının hazırladıkları kavram haritaları ile müfredatta yer alan kavram haritaları karşılaştırılmıştır.

Öğretmen adaylarından ikisi hücre konusunun öğretimi için (40+40 şeklinde) 80 dakikalık bir zaman dilimi için ders planı hazırlamışlar-

dır. Öğretmen adaylarından ikisi de (40+40 teorik ve 40 laboratuvar olacak şekilde) 120 dakikalık bir zaman dilimi için ders planı hazırlamışlardır. Diğer iki öğretmen adayı ise planlarını 4 saat şeklinde planlamışlardır. Bu öğretmen adaylarından bir tanesi belki 5 saat olabilir şeklinde işaret koymuştur. Bu öğretmen adayı bunun nedenini aşağıdaki şekilde açıklamıştır:

*“Öğretmen uygulaması için gittiğim okulda sanki bu ders 5 saat işlendi gibi batırıyorum. Ama tam olarak emin değilim. Belki öğretmenimiz konunun önemine binaen dersi 5 saat olarak işlemiş olabilir.” (ÖA-5)*

Fen ve Teknoloji Öğretim Programı’nda “Canlılık Hücreyle Başlar” konusu için öğretmenlere önerilen süre bir hafta yani dört (4) saattir. Öğretmen adaylarından ikisi müfredata uygun şekilde ders planı yapmıştır.

Öğretmen adaylarının müfredat ile ilgili bilgileri, kavram haritaları aracılığıyla değerlendirilmiştir. Öğretmen adaylarının kavram haritalarının müfredatta verilen kavram haritaları ile uygunluk gösterdiği belirlenmiştir. Öğretmen adaylarından sadece ikisinin kavram haritasında seviye üstü sayılabilecek bazı kavramlar bulunmaktadır. Bu öğretmen adaylarına bunun nedeni sorulduğunda farklı gerekçeler belirtmişlerdir:

*“...ben bu kavramları haritamda bilerek çizdim. Çünkü sınıflarda bazen üst düzeyde yani çok zeki öğrenciler bulunabilirler. Bana göre bu tip öğrenciler benim ek olarak verdiğim kavramlar verilebilir. Böylelikle öğrenciler konuya daha çok motive olurlar...” (ÖA-6)*

*“...bana göre çizmiş olduğum haritadaki kavramlar öğrencilerin anlayabileceği ve öğrenebileceği kavramlardır. Hücre gibi önemli bir konu kavramlarla birlikte öğretilmelidir. Daha açıkçası hücresel organellerin birçoğunun verilip, diğerlerinin verilmemesi uygun değildir.” (ÖA-2)*

Kavram haritayla ilgili değerlendirmelerin sonucu olarak öğretmen adaylarının müfredat konusunda yeterli bilgiye sahip olduğu görülmektedir. Aynı zamanda seviye üstü bilgi sunduğunu düşünülen öğretmen adaylarının gerekçeleri ise kavramların önemi ve öğrencilerin bireysel farklılıkları ile ilgilidir. Bunlara ek olarak, kavram haritalarında öğretmen adaylarının kullandıkları kavramlar, öğretim programlarının kazanımları ile karşılaştırıldığında öğretmen adaylarından hiçbirinin kavram haritalarında üreme hücrelerine yer vermediği belirlenmiştir. Ayrıca, öğretmen adaylarından yarısı genetik kavramını (ÖA-2, 3, 5), bir tanesi kloroplast, fotosentez ve solunum kavramlarını (ÖA-4) vermiştir (bk. Ek 3).

Son olarak, öğretmen adaylarının hazırlamış oldukları ders planlarında müfredat dışı olan bazı noktalar göze çarpmıştır. Öğretmen adaylarından üçü, sekizinci sınıfta yer alan genetik konusuna giriş yaparak müfredat dışına çıkmışlardır. Öğretmen adaylarından biri kloroplast ve mitokondri arasında karşılaştırma yaparak fotosentez ve solunum konusu arasında bağ kurmuştur.

### **Fen ve Teknoloji Öğretmen Adaylarının “Konu Alan Bilgisi” ile İlgili İnançları**

Öğretmen adaylarının alan bilgileri düşünceleri, öğretmen adaylarıyla yapılan mülakatlardan elde edilmiştir. Öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar maddeler hâlinde sunulmuştur. Öğretmen adaylarının görüşleri aşağıdaki gibidir:

*“Hücre konusunun içeriği hakkında yeterli bilgiye sahip olduğumu düşünüyorum.” (ÖA-1, 2, 3, 4, 6)*

*“Öğrencilerin hücreyle ilgili kavramlar hakkında sordukları soruların cevaplarını bilirim.” (ÖA-1, 5, 4, 6)*

*“Hücre ile organizma arasındaki ilişkiyi öğrencilerime açıklayabilirim.” (ÖA-1, 2, 3, 4, 6)*

*“Derslerimde bilim, toplum ve çevre ilişkilerini yer veririm.” (ÖA-1, 2, 4, 5)*

*“Hücre konusu biyoloji konuları arasında en önemli konudur.” (ÖA-1, 2, 3, 4, 5)*

*“Bilim adamları tarafından önerilen hücre modellerini öğrencilere açıklayabilirim.” (ÖA-1, 2, 3, 4, 6)*

Bir öğretmen adayı hücreyle ilgili teorileri nasıl geliştirdiğini tam olarak bilmediğini belirtmiştir. Çünkü öğretmen adayı hücre ile ilgili teorilerin değil, modellerin geliştirildiğini belirtmektedir. Konunun önemi ile ilgili olarak da iki öğretmen adayı hücre konusunun biyoloji konuları arasında en önemli konu olmadığı düşüncesinde olduğunu ifade etmiştir. Bunu nedenini öğretmen adayı şöyle açıklamaktadır.

*“Bana göre biyolojinin en önemlisi konusu genetikdir. Yüzyılımızda genetik büyük önem kazanmış, ek olarak genetik biyolojide birçok keşfin temelidir...” (ÖA-1)*

Alan bilgisiyle ilgili olarak öğretmen adayları kendilerini yeterli görmektedir. Altı öğretmen adayının da konu alan bilgisi konusunda kendilerine olan öz güvenleri yüksektir.

## Fen ve Teknoloji Öğretmen Adaylarının “Öğretim” ile İlgili Bilgileri

Öğretim bilgisinin kapsamlarından birincisi, öğretilecek konunun somutlaştırılması ile ilgili bilgi ve becerileri içermektedir. Hücre konusunu somutlaştırarak nasıl anlatabilecekleri sorulduğunda öğretmen adayları şu cevapları vermiştir:

*“Hücreyle ilgili kavramları öğretirken deneyler yaparım.” (ÖA-1, 2, 3, 4, 5, 6)*

*“Hücre kavramını açıklarken öğrenciler tarafından bilinen günlük hayattan örnekler veririm.” (ÖA-2, 4, 5, 6).*

*“Hücreyle ilgili kavramları açıklarken uygun levha, şekil ve resimleri kullanırım.” (ÖA-1, 3, 4, 6).*

*“Hücre ile ilgili kavramları açıklarken hikâyelerden yararlanırım.” (ÖA-3)*

*“Hücre kavramlarını tanımlarken herkes tarafından bilinen olaylardan yararlanırım.” (ÖA-5)*

*“Öğrencilerin hücreyle ilgili kavramları anlamalarına yardımcı olabilecek, öğrenciler tarafından bilinen benzetmelerden yararlanırım.” (ÖA-1)*

Verilen cevaplar incelendiğinde öğretmen adaylarının daha çok gösterim repertuarı kullanımını tercih ettiği ortaya çıkmaktadır. Tamamı deney yapmayı ya da yaptırmayı önerdiği için öğretmen adaylarından konu ile ilgili deneyler planlamaları istenmiştir. Tablo 1’de öğretmen adaylarının planladığı deneyler sunulmuştur.

Öğretmen adaylarının hazırladıkları deneyler incelediğinde çok ilginç bir sonuca ulaşılmıştır. Öğretmen adayları genellikle kapalı uçlu deneyler hazırlamıştır (bk. Ek 2). Yani deney planlarının içerisinde deneylerin sonuçları verilmiştir. Bunun nedeni öğretmen adaylarına sorulduğunda öğretmen adaylarının iki farklı düşünceye sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Öğretmen adayları (ÖA-2, 3, 6), gösteri deneyi yapmayı planladıkları için bu şekilde bir planlama yaptıklarını belirtmiştir. Diğer öğretmen adayları ise bugüne kadar dersleri bu şekilde işledikleri ve bu nedenle de bu yöntemi benimsediklerini ifade etmiştir. Bir öğretmen adayı ise bitki ve hayvan hücresini karşılaştırma deneyini grup deneyi şeklinde yaptırmayı planlamıştır.

**Tablo 1.**  
Öğretmen Adaylarının Yapmayı Planladıkları Deneyler

Deneyler	Öğretmen adayı sayısı	Laboratuvar Yaklaşımı	Ölçme ve Değerlendirme	Yorumlar
Hücre modeli	2	Kapalı uçlu deney yaklaşımı	Geleneksel değerlendirme	Gösteri deneyi
Bitki hücresinde neler var? (Soğan zarı deneyi)	5	Kapalı uçlu deney yaklaşımı	Geleneksel değerlendirme	
Ağız içi epitel hücresinin incelenmesi	6	Kapalı uçlu deney yaklaşımı	Geleneksel değerlendirme	
Kan hücresinin incelenmesi	3	Kapalı uçlu deney yaklaşımı	Geleneksel değerlendirme	
Bitki ve hayvan hücrelerini karşılaştırma	1	Açık uçlu deney yaklaşımı	Grup değerlendirmesi, akran değerlendirmesi	Grup çalışması şeklinde

Sonuç olarak öğretmen adaylarında, yeterli derecedeki çeşitli gösterim repertuarlarını öğretmen merkezli yaklaşıma göre kullanma eğilimi gözlenmektedir.

*Öğretim bilgisinin kapsamlarından ikincisi ise öğretim eğilimleridir.* Öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planları incelendiğinde, iki farklı yaklaşım benimsendiği belirlenmiştir. Birinci grupta yer alan dört öğretmen adayı, “mikro”dan “makro”ya yaklaşımını benimsemiştir. Bu öğretmen adayları önce hücreyi, hücrenin kısımlarını, kısımların bazı temel özelliklerini ve hücre çeşitlerini açıklayarak oradan da organizmaya ulaşmışlardır. Bu yaklaşımı benimseyen öğretmen adaylarından ikisi (ÖA-2, 6) konuya mikroskobun bulunuş hikâyesiyle başlamıştır. Bu yaklaşımı benimseyen diğer öğretmen adayları ise konuya bir deney ile giriş yapmıştır.

Diğer öğretmen adayları ise makrodan mikroya yaklaşımını (organizmadan hücreye doğru anlatımı) benimsemişlerdir, yani konuyu büyük

parçadan küçük parçaya doğru anlatmışlardır. Bu öğretmen adayları konuyu bir apartmanın küçük tuğlalardan oluştuğu örneği vererek konuyu bu örnek üzerinden genişletmişlerdir.

Öğretmen adaylarının hücre konusunu öğretirken “Hangi öğretim yöntemlerini kullanmayı düşünüyorsunuz?” sorusuna verdikleri cevaplar aşağıdaki gibidir:

*“Ben konuyu işlerken çok farklı öğretim yöntemleri kullanırım. Örneğin; çoklu zekâ, problem çözme, analogi ve rol yapma vb. yöntemler. Kullandığım öğretim yöntemleri, öğrencilerimin hücre konusuna ve diğer konulara olan ilgisini artırır.” (ÖA-2, 5)*

*“Öğrencilerin öğrenmeye karşı ilgilerini artıracak değişik öğretim etkinlikleri gerçekleştiririm. Böylelikle öğrencilerin konuyu daha iyi anlamalarını sağlar ve dersle karşı olumlu tutum geliştirim. Bana göre öğrenciler çok fazla bilgisayar ile oynamayı sevmektedir. Bilgisayar destekli eğitim benim favorimdir.” (ÖA-1, 3)*

*“Farklı konuları öğretmek için çeşitli öğretim yaklaşımları kullanırım. Örneğin; hücre konusunu öğretirken hikâye yöntemi ya da benzeşim kullanırken, diğer bir konuyu daha farklı yöntemler (çoklu zekâ, proje, işbirliğine vb.) kullanırım. Kullandığım farklı öğretim yöntemleri, öğrencileri düşünmeye ve konuyu daha iyi kavramalarını sağlayacaktır.” (ÖA-4)*

*“Hücre konusunu öğretirken; öğrencilerin hücre kavramını anlamalarına yardımcı olmak için uygun modeller kullanırım. Buna ek olarak öğrencilerin konuyu daha iyi anlamaları sağlayacak ve her zaman hatırlayabildikleri günlük hayatlarında örnek veririm. Örneğin; toplumun en temel biriminin aile olduğunu, hücre gibi bir bütünü oluşturan parça olduğu örneğini veririz. Ailedeki her bireyi hücrenin organellerine benzeterek de organelleri anlatırım ...” (ÖA-6)*

Öğretmen adaylarının hazırladığı ders planları ve mülakatlar, içinde tahta, projektör ve hücre konusuyla ilgili resimlerin/levhaların ve materyallerin bulunduğu bir sınıfta yapılmıştır. Öğretmen adaylarından sadece ikisi tahtayı kullanmıştır. Üçü ise sadece projektörü kullanmıştır. Öğretmen adaylarından biri ise hem yazı tahtasını hem projektörü, hem hücre levhalarını hem de hücre modellerini kullanmıştır. Ayrıca, bazı öğretmen adayları; hücre ilgili resim ve basit materyalleri öğrenci etkinliklerinde temel olarak kullanmıştır. Bu durum öğretmen adaylarının sahip oldukları pedagojik alan bilgilerini çeşitli yollarla temsil ettiklerini göstermektedir.

## Fen ve Teknoloji Öğretmen adaylarının öğrenci ve öğrencinin anlayışları hakkındaki bilgileri

Ölçme ve değerlendirme, bireyin konuyu ne kadar öğrendiğinin belirlenmesini sağlar. Öğretmen adaylarının hücre konusunu değerlendirme hakkındaki bilgilerini ve yeterliliklerini belirlemek amacıyla üç veri toplama aracından faydalanılmıştır. Öğretmen adaylarının ders planlarının sonunda değerlendirme için hazırladıkları sorulara bakıldığında, öğretmen adaylarının hem geleneksel hem de alternatif ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarını benimsedikleri görülmektedir. Tablo 2’de görüldüğü gibi öğretmen adayları çoktan seçmeli, boşluk doldurma, performans değerlendirme, yapılandırılmış grid, doğru-yanlış ve açık uçlu soruları değerlendirme aracı olarak kullanmaktadırlar.

**Tablo 2.**  
*Öğretmen Adaylarının Ölçme-Değerlendirme Tercihleri*

Soru Çeşitleri	Öğr. Adayı					
	ÖA1	ÖA2	ÖA3	ÖA4	ÖA5	ÖA6
Açık uçlu	X	X	X	X	X	X
Çoktan seçmeli	X	X	X	X		X
Boşluk doldurma			X		X	X
Eşleştirme	X					
Doğru - yanlış		X		X	X	
Performans değerlendirme		X			X	
Yapılandırılmış grid	X	X		X		
Kavram haritası		X		X	X	

Ölçme değerlendirme ile ilgili sonuçlardan birisi de öğretmen adaylarının tamamının aynı soruyu sormalarıdır. Farklı ölçme değerlendirme araçları kullansalar da öğretmen adaylarının tamamı “Hücre nedir? Açıklayınız.” sorusunu sorarak hücreyi öğrencilerine tanımlatmaya ihtiyaç duymuştur.

Öğretmen adaylarının öğrencileri değerlendirmelerine yönelik diğer veri kaynağı ise laboratuvar uygulamalarıdır. Öğretmen adayları laboratuvar uygulamaları yaptırarak konuyu öğrencinin anlayıp anlamadığını değerlendirmeyi planlamaktadır. Öğretmen adaylarının bu planlamaları performans değerlendirmesi kapsamında değerlendirebilir. Bir öğretmen adayını öğrencilere laboratuvar uygulamaları için bir sınav yapamayı düşünmediğini belirtmiştir. Bu durumun gerekçesini şöyle açıklamıştır:

*"Çünkü öğrencilerin konuyla ilgili ne öğrendiğini dersin sınavında yapmaktayım. Başka bir sınava gerek yoktur. Önemli olan öğrencilerin laboratuvar esnasındaki performanslarıdır..." (ÖA-2)*

Mülakatlarda öğretmen adaylarının tamamı öğrencileri iyi değerlendirebileceğini belirtmiştir. Öğretmen adayları ölçme ve değerlendirme ile ilgili şu görüşleri dile getirmiştir:

*"Yaptığım sınavlar öğrencilerimin konu ile ilgili bilgilerini değerlendirir." (ÖA-1)*

*"Derste sorduğum sorular öğrencilerimin konu ile ilgili bilgilerini değerlendirir." (ÖA-2)*

*"Kullandığım değerlendirme yöntemleri öğrencilerimin konuyu anlayıp anlamadıklarını değerlendirir." (ÖA-1)*

*"Öğrencilerimin konuyu anlayıp anlamadıklarını öğrenmek için farklı yöntemler (soru-cevap, tartışma vb.) kullanırım." (ÖA-1)*

*"Öğrencilerimin konuyu ne derecede iyi anlayıp anlamadıklarını ölçebilirim." (ÖA-1)*

*"Yaptığım sınavlar öğrencilerimin kavramları anlayıp anlamadıklarını kontrol etmelerini sağlar." (ÖA-1)*

Mülakatlardan elde edilen sonuçlar göz önüne alındığında, bütün öğretmen adaylarının öğrencilerini en iyi şekilde değerlendirecekleri öz güvenine sahip olduğu görülmektedir. Ölçme ve değerlendirmeye ilgili bulgular öğretmen adaylarının teorik olarak bildiklerinden çok, kendi eğitim hayatları boyunca karşılaştıkları yöntemleri benimsediklerini göstermektedir. Sonuç olarak öğretmen adayları ölçme ve değerlendirme konusunda, geleneksel ölçme değerlendirme yaklaşımlarını benimsemekte ve uygulamayı hedeflemektedirler.

## **Tartışma**

Araştırmada, öğretmen adaylarının hücre konusundaki pedagojik alan bilgileri değerlendirilmiştir. Arştırmanın sonuçlarına göre öğretmen adayları, hücre konusunun öğretimi özelinde, uygulanmakta olan Fen ve Teknoloji Öğretim Programı hakkında yeterli bilgiye sahiptir. Bu durum öğrencilerin öğretim süreci boyunca Öğretim Programı'na ilişkin yeterli bilgi ile donandığı fikrini destekler niteliktedir. Fakat öğretmen adaylarının bu konudaki yeterliğinin öğretim süreci ile doğrudan ilişkili olduğu düşünülürse çeşitli üniversitelerde yapılan çalışmalar-



da da farklı sonuçlar elde edilebilecektir. Ozden (2008) tarafından yapılan araştırmanın sonuçları öğretmen adaylarının müfredat konusundaki bilgilerinin eksik olduğunu göstermektedir.

Araştırmada elde edilen bir diğer bulgu ise öğretmen adaylarının birçoğunun öğrencilerin konuyla ilgili karşılabilecekleri muhtemel öğrenme zorluklarıyla ilgili bilgi sahibi olmadıkları yönündedir. Buna benzer sonuçlar, alanda yapılan çeşitli araştırmalarda (Federik, Van der Valk, Leite ve Thoren, 1999; Henze, Van Driel, & Verloop, 2008) da rapor edilmiştir. Öğretmen adaylarının öğrencilerin olası öğrenme zorlukları konusundaki farkındalık düzeyinin yetersizliği, öğrencilerin fen ve teknoloji alanındaki öğrenme zorluklarının muhtemel nedenlerinden birisi olarak da düşünülebilir (Bahar, Johnstone ve Hansell, 1999; Bahar ve Polat, 2007, Childs ve Sheehan, 2009).

Bu çalışmadaki, önemli bir diğer sonuç ise sınıf ortamı ile ilgilidir. Çok az öğretmen adayı pedagojik alan bilgilerinin bir parçası olarak öğrenci etkinliklerini sunmuştur. Sınıflarında birçok materyal ve teknolojik araçlar bulunmasına rağmen öğretmen adaylarının birçoğu öğretmen merkezli yaklaşımı kullanmıştır. Bu sonuç, daha önce De Jong, Ahtee, Goodwin, Hatzinikita ve Koulaidis (1999) ile Lederman, Gess-Newsome ve Latz (1994) tarafından yapılan araştırmalarının sonuçlarıyla uygunluk göstermektedir. Bu durum, yani öğretmen merkezli yaklaşımların hâlâ öğretmen adayları tarafından tercih edilmesi, 2004 yılında oluşturmacı yaklaşım temelinde yenilenen ve öğrenci merkezli uygulamaları ön planda olan 4.-8. Sınıflar Fen ve Teknoloji Öğretim Programı'nın uygulayıcıları olacak öğretmen adayları için potansiyel bir problem özelliği göstermektedir.

Elde edilen önemli sonuç, her öğretmen adayının kendine özgü bir kavram haritasının bulunmasıdır. Hücre konusunu müfredat sırasına göre anlatmış olsalar da bir öğretmen adayının üzerinde durduğu konuyu diğer öğretmen daha az değinerek anlatmıştır. Bu sonuç, öğretmenlerin müfredat bilgisi, müfredatın hedeflemiş olduğu genel öğretim bilgisinin yanı sıra bu hedefi karşılayacak aktivitelerin ve materyallerin de bilinmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Magnusson et al., 1999).

Bu çalışmada ayrıca öğretmen adaylarının müfredat ile ilgili bilgileri Boud ve arkadaşları (1986) tarafından geliştirilen yöntemlerle değerlendirilmiştir. Bu çalışmada Reitano (2004) ve Uşak (2005)'in çalışmalarında olduğu gibi öğretmenlerin/öğretmen adaylarının müfre-

dat bilgileri kavram haritasından hareketle değerlendirilmiştir. Bu çalışmada pedagojik alan bilgileri, öğretmen adaylarının hazırladığı kavram haritaları ile Öğretim Programı'nın amaçları karşılaştırılarak kontrol edilmiştir. Araştırmada yapılan mülakatlarda öğretmen adayları, öğrenci merkezli eğitim ve soyut kavramların anlaşılabilirliği ile ilgili görüşlerini belirtmişlerdir. Fakat öğretmen adayları, söylediklerini ders uygulaması esnasında yerine getirmede sorun yaşamaktadırlar. Öğretmen adaylarının öğretim stratejileri, öğretmen merkezli eğilim göstermektedir (Usak, 2005; Van Driel, De Jong ve Verloop 2002).

Ölçme ve değerlendirme ile ilgili olarak ise öğretmen adayları geleneksel ölçme ve değerlendirme yöntemlerini kullanmakla birlikte alternatif yöntemlere de yer vermektedirler. Elde edilen bulgu, Staley (2004)'in çalışmasındaki bulgular ile benzerlik göstermektedir. Öğretmen adayları öğrencilerin kavrama düzeylerini belirlemeye yönelik alternatif değerlendirme yöntemlerini kullanabilmektedir.

Bu çalışmada öğretmen adaylarının konuya özel öğretim yöntemleriyle, öğrencilerin fen ve teknoloji okuryazarlığını benimsemesi, düşünmesi ve anlamalarıyla ilgili bilgilerinin eksik olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Alan bilgisi konusunda kendilerini rahat hisseden öğretmen adayları, mesleki tecrübe ve eğitim teorisi konusunda yetersizliklerini ifade etmektedirler. Bu sonuç, Adams ve Krockover (1997) tarafından bulunan pedagojik çalışmaların genellikle az etkili olduğu şeklindeki sonuçla örtüşmektedir.

### Öneriler

“Hücre” konusundaki PAB çalışması, öğretmen yetiştirme çalışmalarına ışık tutabilecek potansiyele sahiptir. Fen eğitimiyle ilgili konularda daha önce yeteri kadar çalışma olması nedeniyle bu çalışma basit, pratik ve gelecek araştırmalar ya da araştırmacılar için yol gösterici olacaktır.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre öğretmen adayları öğrenme güçlükleri konusunda yeteri kadar bilgi sahibi değildir. Öğrenme güçlüğüyle başa çıkmanın yollarından birisi, zorlukların olası kaynaklarının tespit edilmesidir. Bu nedenle ders planları yaparken, dersi işlerken ve ders sonrasında özel öğrenme güçlüklerini tespit edip yansımaları için öğretmen adaylarının cesaretlendirilmesi gereklidir. Bu öneri, öğrenme güçlüklerinin göz ardı edilmemesi gerektiği düşüncesine dayanmaktadır. Fen öğretiminde öğrenme güçlükleri tanımlanmalı ve öğrenme

güçlüklerinin kaynaklarını tespit etmek için girişimde bulunulmalıdır. Daha önce öğrenme zorlukları üzerinde yapılmış diğer araştırmalarda kullanılan yöntemler (Bahar et al., 1999; Bahar ve Polat, 2007, Childs ve Sheehan, 2009) gelecekte yapılacak çalışmalara yol gösterici olacaktır. Ayrıca öğretmen adaylarının öğrettikleri kavramları nasıl algıladıkları ve öğrencilerin bu kavramlar hakkında neler düşündüğünün ne kadar farkında oldukları üzerinde farklı yollarla araştırmalar yapılmalıdır.

Öğrenme süreci, öğretmenin sadece mantıksal bir analizinden ibaret değildir. Öğrenme süreci öğrencinin doğru algılanması ve yanlış reaksiyon vermesinden de etkilenir. Bu nedenle öğretmen adaylarının öğretim sürecinin karmaşık olduğunun farkında olmaları, onların PAB'lerini güçlendirir. Aslında öğretmenin sahip olduğu alan bilgisi önemlidir, daha önemlisi ise öğretmen veya öğretmen adaylarının bu bilgilerin ne kadarını öğrencilerinin ilgi, ihtiyaç ve seviyelerine uygun olarak aktarabildiğidir. Bu konu gelecek araştırmacılar için önemli bir çalışma alanıdır.

Öğretmen adaylarının bilgilerinin kaynağı, genellikle kendi öğrendiği ya da hatırlayabildikleridir. Öğretmen adayları program geliştirme hakkında teorik bilgilere sahiptir. Fakat Fen ve Teknoloji Programı hakkındaki bilgileri yetersiz veya yok denecek kadar azdır. Bu nedenle eğitim fakültelerinde program geliştirme dersi veren öğretim üyeleri, öğretmen adaylarının bu eksikliğini göz önünde bulundurmalıdır. Bu alanda çalışacak araştırmacılar ise program geliştirmeye yönelik derslerin öğretmen adaylarının gelecekte vereceği derslerin müfredatları ile zenginleştirilmesinin adaylarının farkındalık ve pedagojik alan bilgileri üzerindeki etkilerini araştırabilirler.

Son olarak, öğretmen adaylarının konuya özel alan bilgilerinin önemli ölçüde eksik olduğu tespit edilmiştir. Bu eksikliğin giderilmesi ve benzer eksiklerin olmaması için; “Öğretim İlke ve Yöntemleri” ile “Özel Öğretim Yöntemleri” derslerinin fen eğitimi uzmanları tarafından verilmesi uygun olabilir.



# Preservice Science and Technology Teachers' Pedagogical Content Knowledge on Cell Topics

*Muhammet UŞAK\**

## **Abstract**

The purpose of this study is to explain preservice science and technology teachers' pedagogical content knowledge (PCK) about the cell. Lesson preparation, laboratory plan, interview with teacher candidates, and concept mapping were used to collect the data for preservice teacher's PCK. The study was conducted with six preservice science and technology teachers in the spring of 2006-2007 in Pamukkale University-Turkey. We aimed to identify the content and structure of the PCK for a topic on cell, describing the PCK in terms of relations between four different aspects: Knowledge about science and technology curriculum, belief about subject matter knowledge, knowledge about students' understanding; knowledge about assessment of students. According to the result of the study, pre-service teacher's knowledge inaccurate special teaching methods, they used a teacher-centered approach, and also they have a high belief of subject matter knowledge. Based on the result of this study, which were discussed in the light of national and international literature, we have suggestions for further researchers, curriculum developers, and science and technological teacher educators.

## **Key Words**

Cell, Pedagogical Content Knowledge, Pre-service Science and Technology Teacher.

\* *Correspondence:* Assist. Prof., Muhammet Uşak, Dumlupınar University, Faculty of Education, Department of Primary Education, 43100, Kütahya/Turkey.  
E-mail: musaktr@gmail.com; musaktr@dumlupinar.edu.tr

Over the past 25 years, numerous research studies have examined how pre-service teachers develop different knowledge bases. Teacher knowledge bases have been classified as craft-knowledge (Day, & Pennington, 1993), working knowledge (Grossman, 1990), and pedagogical knowledge (Hudson, Usak, & Savran-Gencer, 2009; Shulman, 1986). Additionally, a different knowledge base, called pedagogical content knowledge (PCK), was introduced in the 1980s (Abd-el-Khalick, 2006; Bindernagel, & Eilks, 2009; De Jong, Van Driel, & Verloop, 2005; Grossman, 1990, 1992; Ozden, 2008; Shulman, 1986, Usak, 2005; Van Driel, De Jong, & Verloop, 2002, Sanders, Borko & Lockard, 1993)..

Shulman (1986, p. 9) described PCK as:

*"[PCK includes] the most useful forms of representation of [topics], the most powerful analogies, illustrations, examples, explanations, and demonstrations – in a word, the ways of representing and formulating the subject that make it comprehensible to others. Pedagogical content knowledge also includes an understanding of what makes the learning of specific topics easy or difficult: the conceptions and preconceptions that students of different ages and backgrounds bring with them to the learning of those most frequently taught topics and lessons."*

Elaborating on the Shulman's work, other scholars have proposed different conceptualizations of PCK (Grossman, 1990; Marks, 1990). Geddis et al (1993) added that PCK in every curriculum includes special attributes enabling teachers to transfer subject matter knowledge into their knowledge base for teaching. Cochran, Deruiter, and King (1993) proposed an integrative model for teacher preparation helping teachers develop PCK. In addition, Magnusson, Krajcik, and Borko (1999) have presented a strong case for the existence of PCK as a separate and unique domain of knowledge.

Usak (2005) stated that pre-service elementary science teachers' PCK includes information about the student and curriculum, pedagogical knowledge and assessment knowledge, which shows differences from teacher to teacher. Nakiopoglu and Karakoc (2005) contended that there are three categories of knowledge base in Turkey: content knowledge, pedagogical knowledge, and general cultural knowledge. However, in the recent years, a fourth knowledge base, pedagogical content knowledge, as significant as the others, was introduced.

Recently, a new knowledge base was introduced called Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) referring to the complex in-

terrelationship between a teacher's technology use, instructional methods, and understanding of the subject matter (Mishra, & Koehler, 2006; Arnold, Padilla & Tunhikorn, 2009).

Numerous research studies have been conducted to investigate the PCK of teachers, including science teachers (De Jong et al., 2005; Geddis, Onslow, Beynon, & Oesch, 1993; Hashweh, 1987; Lee, Luft, 2008; Smith, & Neale, 1989; Van Driel et al., 2002; Friedrichsen, 2008). Several researchers also investigated pre-service science teachers' PCK such as De Jong et al. (2005), Van Driel, Verloop and De Vos (1998), Van Driel et al. (2002), Ozden (2008). Different ways to develop PCK in science education have been proposed by Van Driel, Verloop, and De Vos (1998) Van Driel, De Jong, and Verloop (2002) and Henze, Van Driel, and Verloop (2008). It was concluded that research on topic-related PCK should be supported by research on student learning of specific topics. There was a bi-directional process involving better understanding of subject matter knowledge and increasing awareness of pedagogical issues. Similarly, Van Driel et al. (1998) and De Jong et al. (2005) figured out that pre-service teachers developed their PCK through learning from teaching. The relationship between subject matter content and pedagogical content knowledge is also investigated.

Few scholars have studied science teachers' subject matter knowledge and PCK. Usak (2005) found a significant relationship between student teachers' SMK and PCK. Also, pre-service science teachers' content knowledge had positive effect on pedagogical content knowledge and effective teaching (Ozden, 2008). Käpylä, Heikkinen, and Asunta (2008) investigated the effect of the amount and quality of content knowledge on pedagogical content knowledge, in which photosynthesis and plant growths were used as an example. They found that primary student-teachers were not aware of students' conceptual difficulties and had problems in choosing the most important content.

## **Method**

### **Participants of the Study**

The participants of this study were six pre-service teachers (4 females and 2 males) from science and technology education department at Pamukkale University, Faculty of Education in the spring semester of 2006-2007. Students were selected with purposive sampling method and

the mean of age was 23 years old. All participants were attending the last year teaching internship program and were selected based on their academic achievement and willingness.

### **Data Collection**

In order to collect the data, pre-service teachers' lesson plans, lab reports and concept maps were used and pre-service were interviewed.

**Lesson and Lab Plan:** In numerous research studies, lesson and lab plans were used as instruments to gather research data (e.g., Ozden, 2008; Usak, 2005; Van der Valk, & Broekman, 1999). The participants of this study were asked to prepare a lesson and a lab plan on cell concepts for six grade students and follow this plan in the classroom during their practicum teaching.

**Concept maps:** Concept map is a useful instrument to collect data on pedagogical content knowledge (Gess-Newsome and Lederman, 1999; Reitano, 2004; Usak, 2005). Concept maps were used in this study to evaluate the participants' knowledge of the science and technology curriculum. The participants were told to draw a concept map related to cell concepts which can be used in sixth grade science and technology course. Boud, Dunn, and Hegarty-Hazel (1986) investigated and compared concepts on concept maps and concepts on teaching program and their aims. Prepared concept maps with prospective science and technology teachers and concepts related the science and technology program were compared in this study and compared phrases whether or not related program and objectives also whether or not related the concept map were also investigated.

**Semi-structured interview:** In numerous research studies related to Pedagogical Content Knowledge in last twenty years, interviews have been used as data collection instrument (Bindernagel, & Eilks, 2009; Ozden, 2008; Usak, 2005; Van Driel et al., 1998). In the present study, after the participants completed their practice lessons, they were interviewed to understand the approached they used to prepare lesson plans, concept maps and lab plans. First section of the interview took between 40 and 60 minutes. They were asked about teaching method, belief for their field knowledge and their understanding related the pedagogical content knowledge in second section of interviews. This section took between 30 and 40 minutes.



## **Analysis of Data**

After collected data, following analysis is made;

1. Researcher and two experts checked lesson plans which were prepared by prospective science and technology teachers. One of the experts have studied biology education and the other studied cell biology. They investigated about how prepared materials teach better and whether concepts are correct in terms of cell biology or not.
2. Researcher and a field expert decided together in order to use paragraph, passage, and sentence in the study.
3. Texts are used in the result section after the researcher and the field expert discussed and come to a consensus.
4. All interviews are listened to many times and transcribed verbatim.
5. Redact data separated into categories according to the sub-components based on the criteria of pedagogical areas.
6. Prepared laboratory plans were evaluated in terms of laboratory approach.
7. Moreover, prepared laboratory plans were evaluated in term of science and technology program.
8. Prospective science teachers' lab applications and whether they used assessment tools were evaluated in terms of student understanding.
9. Prospective science teachers' concept map drawings have been reviewed.
10. Concepts in the concept maps have been matched with acquisitions in the education program.
11. If the concept of the concept map is related acquisitions in the drawn concept map by prospective science teachers, 1 point is given. If the acquisition has not been fulfilled, 0 point is given.
12. All the findings derived from the data collection tools as appropriate to the sub-dimensions of pedagogical field knowledge are given in the results section and the knowledge of prospective science teacher was interpreted.

## Results

### Pre-service Science & Technology Teacher's Knowledge of Curriculum

Pre-service science and technology teacher's knowledge of science curriculum was examined using the lesson plans and concept maps. In this study, most pre-service teachers' knowledge was not adequate in terms of the time planning compared to the mandatory time requirement in the curriculum. Two teachers have made suitable time planning. It was seen in the concept maps that student teachers had necessary information on the concept of cell in the science curriculum.

### Belief about Subject Matter Knowledge

Pre-service teachers' thoughts about SMK were obtained via interviews. Pre-service teachers believe that their SMK is appropriate for teaching the cell. In other words, their self-efficacy is very high to teach this subject.

### Knowledge about "Instruction"

Pre-service teachers preferred close-ended laboratory approach and traditional evaluation. Only one prospective teacher preferred open-ended laboratory approach and peers and group evaluation. Consequently, it was observed that pre-service teachers preferred teacher-centered approach rather than various repertory representations. When prospective teachers' lesson plans were reviewed, it was found that four used teaching approach from micro level to macro level (*from cell to organism*) and two used teaching approach from macro level to micro level (*from organism to cell*).

### Approach to assess students' understanding

Lesson plans, interview, and laboratory plans were used to examine pre-service teachers' assessment approach about the subject of cell. Findings showed that prospective teachers were using different types of questions (true-false, open-ended, matching, and so on) to assess their students. Traditional and alternative assessment approaches were used to evaluate students' understanding of cell (Table 1). An Interesting result of this study is that all pre-service teachers asked the same question for open-ended exam: "*What is cell, describe it.*"

**Table 1.**  
*Pre-service Teachers' Approaches to Assessment*

Type of Question	Teacher no					
	PPT1	PPT2	PPT3	PPT4	PPT5	PPT6
Open-end question	X	X	X	X	X	X
Multiple choice	X	X	X	X		X
Gap-filling			X		X	X
Matching	X					
True-false		X		X	X	
Performance evaluation		X			X	
Structured grid	X	X		X		
Concept map		X		X	X	

## Results

Prospective science teachers' pedagogical content knowledge about the cell concepts was evaluated in this study. According to the results, prospective science teachers have enough knowledge for specifically teaching the topic of cell and science education program. This result supports the view that pre-service teachers get adequate knowledge and skills during their education program. However, the qualification of prospective science teacher is thought directly related to teaching process, different results will be found in the literature. Ozden (2008) showed that information about the curriculum of prospective science teacher was not enough.

Another finding of this study is that the majority of the prospective science teachers did not have enough information about students' learning difficulties on the topics (Bahar, Johnstone, & Hansell, 1999; Bahar, & Polat, 2007, Childs & Sheehan, 2009). Similar results have also been reported in various studies (Henze, Van Driel, J& Verloop 2008; Federik, Van der Valk, Leite, & Thoren, 1999).

In this study, another important result is also related to the classroom environment. Only some prospective teachers presented student activities as a pedagogical part of the information. They used teacher-centered approach in the classroom even though there are many material and technological tools. These results fit in some previous research findings (e.g., De Jong, Ahtee, Goodwin, Hatzinikita, & Koulaidis, 1999; Lederman, Gess-Newsome, & Latz, 1994)

One of the important results obtained in the study is that concept maps are unique to each prospective science teacher. Even though all prospective science teachers explained the cells according to curriculum; they did not emphasize the same points. These results showed that teachers need to know teaching and curriculum knowledge as well as teaching materials and activities (Magnusson et al., 1999). Regarding the assessment, the prospective science teachers used alternative methods of measurement and evaluation as well as traditional methods. This result is similar to the findings of Staley (2004), Usak (2005), and Ozden (2008). Prospective teachers can use alternative assessment methods for determining students' comprehension levels.

The results of this study show that prospective science teachers' information is not adequate related subject-specific teaching methods, adopting and thinking science and technology literacy. Prospective teachers who feel comfortable about the field knowledge are not adequate in the professional experience and educational theories. These results support that idea that pedagogical work is generally less effective (Adams, & Krockover, 1997).

## References/Kaynakça

- Abd-el-Khalick, F. (2006). Preservice and experienced biology teachers' global and specific subject matter structures: Implications for conceptions of pedagogical content knowledge. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(1), 1-29.
- Arnold, S. R., Padilla, M. J. & Tunhikorn, B. (2009). The Development of Pre-Service Science Teachers' Professional Knowledge in utilizing ICT to support Professional Lives, *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 5(2), 91-101.
- Adams, P. E., & Krockover, G. H. (1997) Concerns and perceptions of beginning secondary science and mathematics teachers. *Science Education*, 81(1), 29-50
- Bahar, M., Johnstone, A. H., & Hansell, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), 84-86.
- Bahar, M., & Polat, M. (2007). The science topics perceived difficult by pupils at primary 6-8 classes: Diagnosing the problems and remedy suggestions. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 7(3), 1085-1129.
- Bindernagel, J. A., & Eilks, I. (2009). Evaluating roadmaps to portray and develop chemistry teachers' PCK about curricular structures concerning sub-microscopic models. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(2), 77-85.
- Boud, D., Dunn, J., & Hegarty-Hazel, E. (1986). *Teaching in laboratories*. Guildford, Surrey, UK: SRHE & NFER-Nelson.
- Childs P. E. & Sheehan, M. (2009) What's difficult about chemistry? An Irish perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(3), 204 - 218.
- Cochran, K. R., Deruiter, J. A., & King, R. A. (1993). Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 44, 263-270.
- Day, C. H., & Pennington, A. (1993). Conceptualising professional development planning: A multidimensional model. In P. Gilroy, & M. Smith (Eds.), *International analyses of teacher education*, Oxford, Carfax Publishing.
- De Jong, O., Ahtee, M., Goodwin, A., Hatzinikita, V., & Koulaidis, V. (1999). An international study of prospective teachers' initial teaching conceptions and concerns: The case of teaching 'combustion'. *European Journal of Teacher Education*, 22, 45-59.
- De Jong, O., Van Driel, J., & Verloop, N. (2005). Preservice teachers' pedagogical content knowledge of using particle models when teaching chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 947-964.
- Frederik, I., Van der Valk, T., Leite, L., & Thoren, I. (1999). Pre-service physics teachers and conceptual difficulties on temperature and heat. *European Journal of Teacher Education*, 22, 61-74.
- Friedrichsen, P. (2008). A Conversation with Sandra Abell: Science Teacher Learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 4(1), 71-79.
- Geddis, A. N., Onslow, B., Beynon, C., & Oesch, J. (1993). Transforming content knowledge: Learning to teach about isotopes. *Science Education*, 77(6), 575-591.
- Gess-Newsome, J., & Lederman, N. G. (1999). *Examining pedagogical content knowledge*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publisher.

- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York, NY: Teachers College Press.
- Hashweh, M. Z. (1987). Effects of subject matter knowledge in the teaching of biology and physics. *Teaching & Teacher Education*, 3(2), 109-120.
- Henze, I., Van Driel, J. H., & Verloop, N. (2008). Development of experienced science teachers' pedagogical content knowledge of models of the solar system and the universe. *International Journal of Science Education*, 3(10), 1321-1342.
- Hudson, P., Usak, M., & Savran-Gencer, A. (2009). Employing the five-factor mentoring instrument: Analyzing mentoring practices for teaching primary science. *European Journal of Teacher Education*, 32(1), 63-74.
- Käpylä, M., Heikkinen, J., & Asunta, T. (2009). Influence of content knowledge on pedagogical content knowledge: The case of teaching photosynthesis and plant growth. *International Journal of Science Education*, 3(10), 1395-1415.
- Lederman, N. G., Gess-Newsome, J., & Latz, M. S. (1994). The nature and development of preservice science teachers' conceptions of subject matter and pedagogy. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 129-46.
- Lee, E., & Luft, J. (2008). Experienced secondary science teachers' representation of pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1343-1363.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome, & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95-132). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Marks, R. (1990). Pedagogical content knowledge: From a mathematical case to a modified conception. *Journal of Teacher Education*, 41(3), 3-11.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Nakipoglu, C., & Karakoc, O. (2005). The fourth knowledge domain a teacher should have: The pedagogical content knowledge. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 5(1), 201-206.
- Ozden, M. (2008). The effect of content knowledge on pedagogical content knowledge: The case of teaching phases of matters. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 8(2), 611-645.
- Reitano, P. (2004). *From pre-service to in-service teaching: A study of conceptual change and knowledge in action*. Unpublished doctoral dissertation, Griffith University, Brisbane, Australia.
- Sanders, L. R., Borko, H., & Lockard, J. D. (1993). Secondary science teachers' knowledge base when teaching science courses in and out of their area of certification. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 723-736.
- Shulman, L. S. (1986) Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4-14.
- Smith, D. C., & Neale, D. C. (1989). The construction of subject matter knowledge in primary science teaching. *Teaching and Teacher Education*, 5(1), 1-20.

Staley, K. N. (2004). *Tracing the development of understanding rate of change: A case study of changes in a pre-service teacher's pedagogical content knowledge*. Unpublished doctoral dissertation, North Carolina State University, North Carolina, USA

Usak, M. (2005). Prospective elementary science teachers' pedagogical content knowledge about flowering plants. Unpublished doctoral dissertation, Gazi University, Insitute of Educational Science Ankara.

Van der Valk, T., & Broekman, H. (1999). The lesson preparation method: A way of investigating pre-service teachers' pedagogical content knowledge. *European Journal of Teacher Education*, 22(1), 11-22.

Van Driel, J. H., Verloop, N., & De Vos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 673-695.

Van Driel, J. H., De Jong, O., & Verloop, N. (2002). The development of pre-service chemistry teachers' PCK. *Science Education*, 86(4), 572-590.

**Ek 1. Hücre Konusunun Öğretimiyle İlgili Pedagojik Alan Bilgisi Mülakat Soruları**

1. Biz öğretmen olarak hücre konusunu neden öğrenir ve neden öğrencilere öğretiriz?
2. Hücre ile ilgili olarak öğrencilere öğretmek istediğiniz en önemli konu nedir?
  - a) Bu konunun neden çok önemli olduğunu düşünüyorsunuz?
  - b) Dersinizde öğretilecek başka önemli konular var mıdır? Varsa onların neden önemli olduğunu düşünüyorsunuz?
3. Hücre konusuna giriş ve onun öğretiminde olması gereken üç önemli özellik nedir?
4. Öğreteceğiniz konunun önemli olduğunu nasıl tespit ediyorsunuz?
5. Size göre hücre konusunu öğretmenin en iyi yolu nedir? Niçin?
6. Öğrencilerin konu anlayıp/anlamdıklarını nasıl değerlendirdiniz? Öğrencilerin hücre konusu ile yanlış anlayışlarını nasıl düzeltirsiniz?
7. Laboratuvarı planlamanızda değiştirebileceğiniz nelerin olduğunu düşünüyor musunuz?
8. Eğer laboratuvar veya öğretiminiz hakkında bir değişiklik yapacak olsanız, bu değişiklikleri neler olurdu?
9. Hücre konusunun öğretimi konusunda kendinizi yeterli buluyor musunuz? Size göre bu konunun öğretimi ile desteğe ihtiyacınız var mı?



**Ek 2. Öğretmen Adayının Hazırladığı Laboratuvar Planı**

Dengenin Adı: Bitki hücrelerinde neler var?

Dengenin Amacı: Bitki hücrelerinin gözlenebilmesi

Araç ve Gereçler: Kuru soğan, lamin, lamel, mikroskop, iğne, ağzaltıcı, pens ve bıçak

Dengenin Yapılışı: Soğanı bıçakla yardımıyla kesiniz. İki yapraklarındaki zardan pens yardımıyla alınır. Lamin üzerine bir damla iğne ağzaltıcı damlatılarak soğan zarını dikatlice yerleştiriniz. Lamin üzerine lameli kapatınız. Hava bulağıdır dâirenği mikroskopla inceleyiniz.

Sonuç: Soğan zarı hücrede; hücre zarı, stoplazma ve çekirdek olmak üzere üç temel yapı vardır. Bitki hücrelerinde hücre zarından başka, hücre vepari (duvar) denilen bir zar daha vardır. Hücre vepari; selülozdan yapılmış i çamır ve tam geçirgendir. Bitki hücresi şekil olarak dikdörtgenlidir.

